

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

GYALOG GERGŐ

**KAPOSVÁRI EGYETEM
GAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR**

2019

**KAPOSVÁRI EGYETEM
GAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR
MÓDSZERTANI INTÉZET**

Doktori Iskola vezetője:
PROF. DR. FERTŐ IMRE
MTA doktora

Témavezető:
DR. HABIL. CSUKÁS BÉLA
Kémiai tudományok kandidátusa

**A HAZAI HALASTAVI TERMELÉS MODELL ALAPÚ
VIZSGÁLATA**

Készítette:
GYALOG GERGŐ

**KAPOSVÁR
2019**

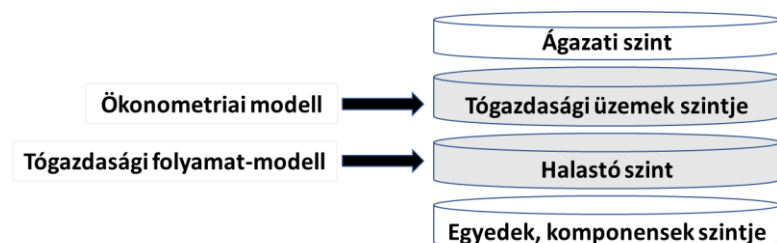
DOI: 10.17166/KE2019.007

1. A kutatás előzményei, célkitűzés

Az akvakultúra a világ leggyorsabban fejlődő mezőgazdasági ágazatának tekinthető az 1980 óta eltelt időszakot tekintve: évi 8,2%-os növekedési üteme bőven felülmúlja az egyéb mezőgazdasági ágazatokra jellemző 2-4 %-os évi átlagos bővülést. Gyorsan fejlődő, egyben fiatal ágazatként azonban fokozottan szembesül az élelmiszertermelést érintő globális kihívásokkal. Egyfelől a növekvő népesség és az élelmiszerek iránti rohamosan bővülő kereslet ösztönöz a termelékenység növelésre, másfelől a rendelkezésre álló vízkészletek, ásványi tápanyagok, energiahordozók és a termelésre alkalmas területek szűkössége, valamint ezek használatának egyre szigorúbb szabályozása korlátokat támaszt ennek. A klímaváltozás hatásai tovább élezi az élelmiszerek iránti igények, valamint a technológia és természeti erőforrások adta lehetőségek között meghúzódó feszültséget. Mindez az erőforrások egyre hatékonyabb használatára és az input-gazdálkodás optimalására ösztönzi a haltermelőket. E folyamat támogatásában a hagyományos agrárkutatási diszciplínák (takarmányozás, genetika, állategészségügy stb.) mellett a több diszciplínán átívelő, ökonómiát is érintő kutatási irányokra is kulcsszerep hárul. Ezen felül a mérnöki modellezés és az agárinformatika fejlődése, az információk, adatok, kutatási eredmények bővülő halmaza és az ezekre épülő, komplex modell alapú kutatások is nagyban segítik az élelmiszertermelő rendszer jobb megértését és fejlesztését.

Az európai pontytermelésnek a régióra, illetve a tógazdasági technológiára jellemző problémákkal is szembe kell néznie. A tógazdálkodásban, más akvakultúra szegmensekkel ellentétben, nem tudtak mérethozadéokra alapozott fajlagos költségcsökkentést elérni az elmúlt években. Az inputárak egyenlőtlen emelkedése, a bérek jelentős növekedése és az utóbbi években jelentkező munkaerőhiány az alkalmazott technológia és az inputfelhasználás átgondolására készíti a hazai pontytermelőket.

Jelen disszertációban *általános célom* az volt, hogy modell alapú vizsgálatokkal mind a halastavak, mind a tógazdasági üzemek szintjén (1. ábra) bővítem az ismereteket az erőforrások optimális használatára vonatkozóan.



1. ábra A halastavi termelés vizsgálatának lehetséges szintjei

Általános célomhoz kapcsolódóan az alábbi konkrét célokat fogalmaztam meg kutatásom során:

1. Ökonometriai eszközökkel vizsgálom a mérethozadék mértékét a tógazdasági akvakultúrában, továbbá azt, hogy az egyes főbb inputcsoportok (forgóeszközök, munkaerő, gépi eszközök, tóterület) használata mennyiben optimális a vizsgált gazdaságokban.
2. Egy dinamikus, tavi táplálék hálózaton alapuló folyamatmodellt kívánok létrehozni, ami alkalmas arra, hogy az 1. pont szerinti modellben nem kezelhető biológiai, technológiai és környezeti folyamatok részletes figyelembevételével írja le a hozamok alakulását a takarmány, a tenyészanyag és a szerves trágya használat függvényében.
3. A tavi folyamatmodell használatával vizsgálom a takarmányozás és a tenyészanyag kihelyezés optimális intenzitását a i) hektáronkénti gazdasági eredmény (profit) maximálás, illetve a ii) fajlagos termelési költség minimálás két célfüggvényét alkalmazva.
4. A folyamatmodellel kezelhető rendszerre korlátozva elemzem a klímaváltozás hatását a halastavi hozamokra és a termelési költségekre (ami a teljesség igénye nélkül hozzájárulhat az éghajlatváltozás halastavi technológiákra gyakorolt hatásainak teljes feltárásához).

2. Anyag és módszer

A disszertáció céljainak lehatárolásakor leírtaknak megfelelően kutatásom két, egymástól jól elválasztható módszertani alapra építkezett: i) ökonometriai modell vizsgálatokra; illetve ii) egy, a részletes biológiai és technológiai relációkat feltáró tógazdasági dinamikus folyamat-modellre.

A *magyar tógazdasági haltermelés ökonometriai vizsgálatához* szükséges farm szintű adatokat az Agrárgazdasági Kutatóintézet (AKI) bocsátotta rendelkezésemre egy kutatási együttműködés keretében. A termelési függvények paraméterezéséhez szükséges üzemi szintű adatokat két különböző felmérés eredményei szolgáltatták. i) Az éves lehalászási jelentés részeként az összes hazai haltermelő üzemegységtől rendelkezésre álltak adatok a tóterületről, a lehalászási eredményekről, a behelyezett tenyészanyagról, a felhasznált takarmányról, valamint az alkalmazottak létszámáról, minden egyes éve vonatkozóan. ii) Egy 2014-ben végzett, 51 tógazdasági üzemre kiterjedő gépállomány felmérés pedig a nagyobb tókarbantartó-, rakodó- és erőgépek számára tartalmazott adatot. Kutatásomhoz a fenti két adatbázis közös metszetét képező 51 üzemre vonatkozó adatokat anonim (cégnév ismerete nélkül) módon kaptam meg az AKI munkatársaitól. Az éves lehalászási jelentés keretében gyűjtött adatokból a 2013. és 2014. éveket használtam, hiszen az adatok datálása miatt ezeket volt értelme párosítani a gépesítési felmérés 2014-re vonatkozó adataival. Az így kapott, 51 db üzemegységet tartalmazó másodlagos adatbázisból 7 db kisebb méretű üzemegységet kizártam, hiszen ezek esetében a pontyra vonatkozó nettó hozam két év átlaga alapján negatív volt. Ezen farmok figyelembevétele mindenképpen torzította volna a modellt, hiszen nem konvencionális haltermelést folytatnak. Az így maradt 44 db üzemegység részesedése a teljes hazai pontytermelésből 60 % volt 2014-ben.

Az input változók kijelölésénél fontos vezérlőelv volt, hogy kutatásom ezen részében nem a biológiai kapcsolatokat szándékoztam feltérképezni, hanem a termelési tényezők nagyobb csoportjainak (forgóeszközök, gépek és járművek, munkaerő, tóterület) szerepét szerettem volna vizsgálni a pontytermelésben. Másik fontos szempont volt, hogy az input változók számát minimalizáljam, abból a célból, hogy elkerüljem a multikollinearitás okozta problémákat a paraméter becslés során. Ezeket figyelembe véve, a takarmányt, illetve a tenyésztanyagot egyetlen változóval (forgóeszközök) vettem figyelembe. A termelési függvény matematikai keretének a szakirodalomban leggyakrabban használt formulát, a Cobb-Douglas típusú specifikációt választottam. Kutatásom céljaival összefüggésben az egy farmra eső termelést, és az egy hektárra eső termelést is modelleztem. A két egyenlet – a hagyományosan elterjedt logaritmikus formában kifejezve – a következő:

$$\ln Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 \ln(F_i) + \alpha_2 \ln(L_i) + \alpha_3 \ln(M_i) + \alpha_4 \ln(P_i) + \varepsilon_i \quad (\text{CD-1})$$

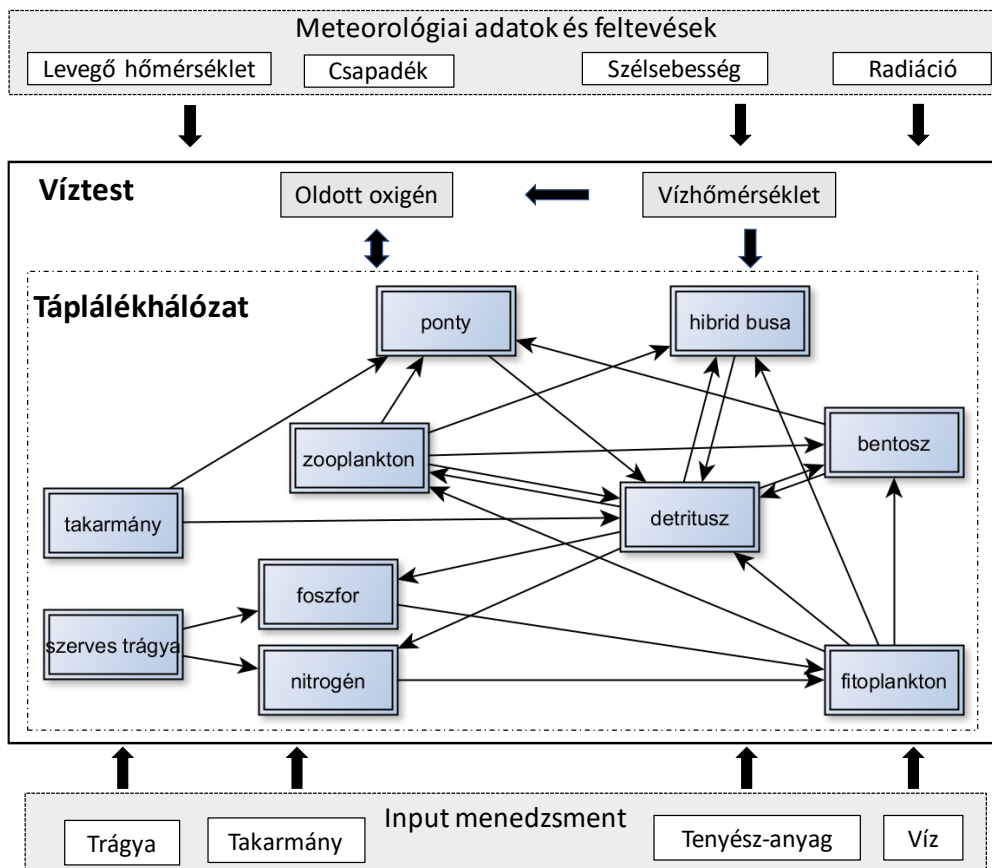
$$\ln y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln(f_i) + \beta_2 \ln(l_i) + \beta_3 \ln(m_i) + \varepsilon_i \quad (\text{CD-2})$$

Az egyenletekben az Y a termelt ponty mennyiségét, F a forgóeszközöket, L az élőmunka felhasználást, M a tavak karbantartására, illetve az anyagmozgatásra használt gépek számát, P pedig az üzemelő tóterület nagyságát jelöli. Az y , f , l és m a jelölésüknek megfelelő nagybetűs változók egy hektárra számított értékeit jelölő magyarázó változók. Az α és β értékek a kutatás során becslendő koefficiensek, az ε pedig egy normál eloszlású maradékváltozó. Az i alsóindexek az egyes üzemeket jelölik. A mérethozadék mértékének a mutatója az inputváltozókhoz tartozó koefficiensek összege. Amennyiben ez az összeg nagyobb, mint 1 akkor növekvő mérethozadékról beszélünk; ha 1, akkor állandó hozadékról; és csökkenő hozadékról, ha kisebb, mint 1. A modellek paramétereit kétfajta eljárással határoztam meg: i) legkisebb négyzetek (OLS) módszerével, illetve ii) kvantilis regressziós becslőfüggvénnyel.

A *halastavi szintű* folyamatok *szimulációs modellezéséhez* témavezetőm kutatócsoportjával együttműködve a Programozható Struktúrák módszerét alkalmaztuk. A módszer kiindulási alapja az, hogy a folyamat típusú rendszerek modelljeinek építőelemei közvetlenül leképezhetők egy számítógépi programra. Az utóbbi években a továbbfejlesztés eredményeként kialakult a Programozható Struktúrák (PS) módszere, ahol a komplex folyamatmodelleket automatikusan lehet generálni és végrehajtani egy folyamathálózat leírása és két általánosan használható funkcionális alapelem felhasználásával. A tógazdasági folyamatmodell szimulációjának tárgya egy 7 hónapos szezonra kiterjedő áruhal nevelési fázis volt, amely gabona kiegészítő takarmányozáson és bi-kultúrás fajszerkezeten alapul. A szimulált halastavi technológia input gazdálkodásra vonatkozó kereteit az országosan elterjedt gyakorlat (pl. trágyázás mennyisége, vízgazdálkodás, stb.) illetve egyes esetekben szakirodalmi adatok (pl. takarmányozás ütemezése, mortalitás, stb.) határozták meg. A tenyészanyag kihelyezésre, illetve a takarmányozásra több változatot szimuláltam: 80 különböző modell szimuláció készült 10 különböző kihelyezési stratégia, valamint 8 különböző takarmányozási intenzitás egymással való kombinációjaként.

A modell felépítése a 2. sz. ábrán tekinthető át, amely sematikus módon mutatja, hogy a bemeneti tényezők egyik részét az input-gazdálkodási, másik részét a meteorológiai adatok és feltevések adják. A modellt mind a tényleges (2006-2016. évi) meteorológiai adatokkal, mind a NORESM-1 klíamodell által az RCP4.5 scenárióra generált jövőbeli adatokkal lefuttattuk. A meteorológiai adatok egy Szeged környéki földrajzi lokációra vonatkoztak. Mind a jelenlegi időjárás, mind a jövőbeli klíma melletti technológia elemzésekor az évjárat hatásokat úgy szűrtem ki, hogy a modellt több év hőmérsékleti és csapadék adataival számítottam, és a több évre vonatkozó output adatokból átlagot számítottam. A jelenlegi klíma melletti eredmények így a 2006 és 2016 közötti 11 év modellfutásainak átlagaként értelmezendők, míg a jövőbeli klíma hatását

két időhorizonton, rövid távon (2026 és 2035 közötti 10 év átlaga) és hosszú távon (2046 és 2055 közötti 10 év átlaga) vizsgáltam.



2. ábra A modellezett folyamatok sematikus áttekintése. A nyilak a táplálékhálózati, illetve a környezeti kapcsolatokat jelölik.

A fentebb ismertetett modell elemeket felhasználva a Programozható Struktúrák módszerével témavezetőmmel egy egységes dinamikus szimulációs modellt generáltunk. Ennek során a tavi tápláléklánc és a kapcsolódó fizikai folyamatok hálózat struktúrája és a Programozható Struktúrák két GraphML meta-prototípusa felhasználásával felépítettük a 20 állapot és 15 változás elemet tartalmazó GraphML modellt; majd elkészítettük modellszámításokhoz szükséges lokális programokat tartalmazó 8 állapot és 12 változás prototípust. A lokális programok közül a folyamat prototípusokban mintegy 5-15 egyenlet írja le az adott élőlény-csoport (pl. fitoplankton, bentosz, stb.) vagy fizikai-

kémiai mechanizmus (pl. hidrológiai mérleg, vízkémia, stb.) napi változásait. Az állapotelemekben az állapot jellemzők (pl. ponty egyedsúly, darabszám, víz oldott oxigéntartalma, stb.) napi értékét számítjuk.

A tavi folyamatmodell érvényességét az egyik legnagyobb hazai tógazdaságtól, a SzegedFish Kft.-től kapott adatok alapján ellenőriztem. A hidrológiai eredményeket (vízszint, párolgás) mind a 11 évre vonatkozóan, a hozamok alakulását a 2010 és 2016 közötti időszakra validáltam.

Kutatásom céljai között szerepel a ***tavi folyamatmodell eredményeire építve meghatározni a takarmányozás és a tenyész-anyag kihelyezés optimális intenzitását*** (hektáronkénti mennyiségét). Az optimáláshoz két különböző gazdasági célfüggvényt vettem figyelembe: i) a fajlagos ponty termelési költséget (Ft/kg), amely függvénynek a minimumát kerestem, ii) illetve az egy hektárra jutó eredményt (Ft/ha), amelynek a maximumát kerestem. A termelési költségek kalkulációja során a hozamokra, a kihelyezett mennyiségre, a felhasznált takarmányra, a szervestrágyára, illetve a vízmennyiségre vonatkozó adatok a folyamatmodellből származnak. Az élőmunka-felhasználást a termelési intenzitás függvényében határoztam meg, az ökonometria felmérésben szereplő üzemek adatai alapján. Az egyes inputok és termékek egységárát (beleértve a tőkeköltségeket is) az azok piacára vonatkozó irodalmi adatok vagy szakértői becslések alapján határoztam meg. Az optimálást numerikusan végeztem: a folyamatmodellt lefuttattuk a 80 különböző technológiai variánst tükröző bemeneti kombinációra, és a modell output alapján meghatároztam egyrészt a fajlagos költségfüggvény minimumát, másrészt a hektáronkénti pénzügyi eredmény (profit) maximumát biztosító megoldásokat.

3. Eredmények

3.1. Az ökonometriai modell eredményei és azok értékelése

A felmért üzemek adatait az 1. Táblázat mutatja be, méret szerinti bontásban. Az 50 hektár alatti üzemek átlagosan magasabb hozamot eredményezők technológiával termelnek, mint a nagyobb üzemek, ugyanakkor a kis üzemek csoportján belüli szórás is jóval nagyobb mind a hozamokra, mind az input-felhasználási mutatókra. Az egyes mutatók országos átlagait az 500 hektár feletti üzemekre jellemző extenzív technológia adta keretek határozzák meg.

1. Táblázat A 44 db felmért üzem termelési mutatói

	Felmért üzemek adatai (átlag ± szórás)				Országos ágazati átlag ³
	<50 ha	50-200 ha	200-500 ha	500 ha <	
Felmért üzemek száma méret szerint	12	19	9	4	
Bruttó hozam (t/ha)					
Ponty	1,17 ± 0,77	0,64 ± 0,37	0,86 ± 0,83	0,61 ± 0,11	0,62
Összes faj	1,30 ± 0,77	0,83 ± 0,37	1,11 ± 0,97	0,77 ± 0,09	0,78
Nettó hozam (t/ha)					
Ponty	0,88 ± 0,66	0,38 ± 0,27	0,48 ± 0,43	0,35 ± 0,06	0,38
Összes faj	0,97 ± 0,67	0,51 ± 0,29	0,66 ± 0,55	0,45 ± 0,06	0,49
Tenyészanyag kihelyezés (t/ha)					
Ponty	0,30 ± 0,18	0,26 ± 0,14	0,38 ± 0,42	0,26 ± 0,06	0,24
Összes faj	0,32 ± 0,18	0,33 ± 0,15	0,45 ± 0,45	0,32 ± 0,05	0,29
Munkaerő (ÉME/ha ¹)	0,12 ± 0,11	0,04 ± 0,05	0,05 ± 0,03	0,05 ± 0,01	0,05
Takarmány felhasználás (t/ha)	3,35 ± 2,18	1,72 ± 1,09	2,29 ± 1,55	1,67 ± 0,61	1,72
Tógazdasági gépek száma (db/ha)	0,06 ± 0,10	0,03 ± 0,03	0,02 ± 0,01	0,01 ± 0,00	n.a.
Hatékonysági mutatók					
FCR	5,07 ± 5,08	5,38 ± 2,96	5,65 ± 2,25	4,72 ± 1,45	4,48
Ponty tömeggyarapodási hányados	4,29 ± 1,95	2,60 ± 0,88	2,57 ± 0,77	2,38 ± 0,25	2,61
Munkatermelékenység (t/ÉME) ²	14,0 ± 12,3	16,7 ± 9,4	23,6 ± 21,2	13,1 ± 2,5	n.a.

¹ Az Éves munkaerő egység (ÉME)

² A bruttó pontyhozam és az éves munkaerő egység hányadosa

³ 2014-re vonatkozó országos lehalászási jelentés alapján (AKI 2018a)

A módszertani leírásban ismertetett két Cobb-Douglas modellnek legkisebb négyzetek (OLS) módszerével becsült paraméterei a 2. Táblázatban láthatóak. A mérethozadék meglétére vonatkozó kutatást illetően a legfontosabb eredmény az, hogy CD-1 egyenlet paramétereinek összege 0,97, amely érték statisztikailag nem különbözik szignifikánsan 1-től. Ezért az állandó hozadéokra vonatkozó nullhipotézis nem vethető el, így növekvő mérethozadék

általánosan nem jellemzi a hazai pontytermelést. A 3. táblázatból leolvasható, hogy kvantilis regresszió esetén a feltételes eloszlás mediánjára (5. decilis) illesztett függvény paraméterei nem különböznek jelentősen az OLS módszerrel becsült paraméter értékektől. Az egyes inputokhoz tartozó koefficiensek összege itt is 0,97, vagyis az OLS módszerrel nyert eredményeket nem a mintában lévő egyes kiugró értékkel bíró üzemek torzító hatása okozza, hiszen a szélsőséges értékekre kevésbé érzékeny medián regressziós becsléssel is hasonló eredmények születtek.

2. Táblázat A Cobb-Douglas termelési függvények becsült paraméterei OLS regressziós becsléssel

CD-1 Egy üzemre jutó pontytermelés (Ln Y)			CD-2 Egy hektárra jutó pontytermelés (Ln y)		
Változók	Paraméterek értéke (és szórása)		Változók	Paraméterek értéke (és szórása)	
Konstans	-0,011	(0,666)	Konstans	-0,094	(0,652)
Ln(F)	0,857	(0,069)***	Ln(f)	0,859	(0,069)***
Ln(L)	0,201	(0,065)**	Ln(l)	0,219	(0,060)**
Ln(M)	0,033	(0,022)	Ln(m)	0,034	(0,023)
Ln(P)	-0,117	(0,089)			
R ²	0,956		R ²	0,808	
F-érték	231,7***		F-érték	61,48***	

A változók jelölését a 3. Táblázat tartalmazza. A *** 1%-os, a ** 5%-os a * 10%-os szignifikancia szintet jelöl.

3. Táblázat A CD-1 függvény becsült paraméterei OLS és kvantilis regressziós becsléssel (a feltételes eloszlás egyes deciliseire illesztve)

	OLS becslés	Kvantilis regressziós becslés (a feltételes eloszlás deciliseire)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ln(P)	-0.117	-0.075	-0.123	-0.089	-0.105	-0.069	-0.099	-0.149	-0.165	-0.110
Ln(M)	0.030	0.050	-0.003	0.001	0.021	0.043	0.044	0.063	0.079	-0.008
Ln(L)	0.201	0.237	0.258	0.162	0.168	0.191	0.207	0.206	0.152	0.134
Lm(F)	0.857	0.838	0.925	0.930	0.902	0.805	0.822	0.828	0.867	0.871
ΣBi	0.971	1.050	1.057	1.004	0.986	0.970	0.974	0.948	0.933	0.887

A változók jelölését a 3. Táblázat tartalmazza. A konstans paramétert nem tüntettem fel. A ΣBi az inputváltozókhoz tartozó koefficiensek összegét mutatja, a méretgazdaságosság indikátoraként.

A 3. Táblázat tartalmazza a feltételes eloszlás egyes deciliseire illesztett függvények koefficienseit. A táblázat utolsó sorából látható, hogy az egyes inputokhoz tartozó koefficiensek összege a legkisebb decilistől a legnagyobb decilisig haladva csökken, 1,05-1,06 értékről 0,89-re. Ezt úgy lehet értelmezni,

hogy a legkisebb üzemek esetében még (gyenge) pozitív mérethozadék van (az üzemméret növelésével növelhető a termelési hatékonyság), a legnagyobb üzemeknél pedig negatív a mérethozadék.

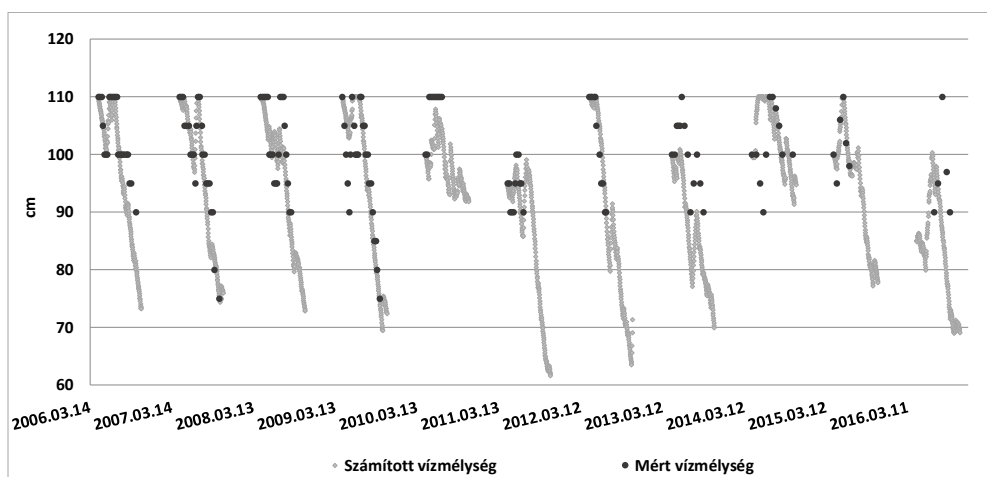
A gépi eszközök koeficiensének (0,03) az élőmunka koeficiensével (0,20) való összehasonlításából nyilvánvaló, hogy a magyar tógazdálkodás sokkal inkább élőmunka-intenzív, mint tőke-intenzív. Ezzel szemben a növekvő mérethozadék általában tőke-intenzív és nem az élőmunka-intenzív iparágakra jellemző. Az ökonometriai elemzés eredménye, miszerint a magyar tógazdasági akvakultúrára nem jellemző a növekvő mérethozadék, belehelyezhető a közép-kelet európai mezőgazdaságot hasonló szempontból vizsgáló tanulmányok eredményeinek kontextusába, miszerint egy bizonyos üzemméreten felül a mezőgazdaságot csökkenő mérethozadék jellemzi.

A kvantitatív elemzés eredményét, miszerint nincs pozitív mérethozadék a pontytermelési technológiában, összefüggésbe lehet hozni az 1. Táblázatban bemutatott üzemi adatokkal. A termelési és inputfelhasználási mutatók nagy szórása annak a jele, hogy az egyes gazdaságok eltérő termelési feltételekkel rendelkeznek. Ez a technológiai változatosság nem segíti a mérethozadék kialakulását, mivel annak egyik feltétele a termelési technológia szabványosíthatósága lenne olyan módon, hogy egy adott jogi egységen belül több üzemegység is homogén technológiával tudjon termelni.

Az egy hektárra jutó hozamokat vizsgáló modell (CD-2) paraméterei azt mutatják meg, hogy egyes input csoportok mennyiben magyarázzák a bruttó hozamok alakulását. A forgóeszközök és az élő-munka szerepe statisztikailag is szignifikáns, a tógazdaságok gépesítettsége ugyanakkor minimális magyarázó erővel bír. Az egy hektárra jutó forgóeszközök, illetve az élő-munka koeficiensai (0,85 és 0,21) arra utalnak, hogy ez a két termelési tényező mintegy 80-20 százalékban osztozik a termelékenység szintjének meghatározásában.

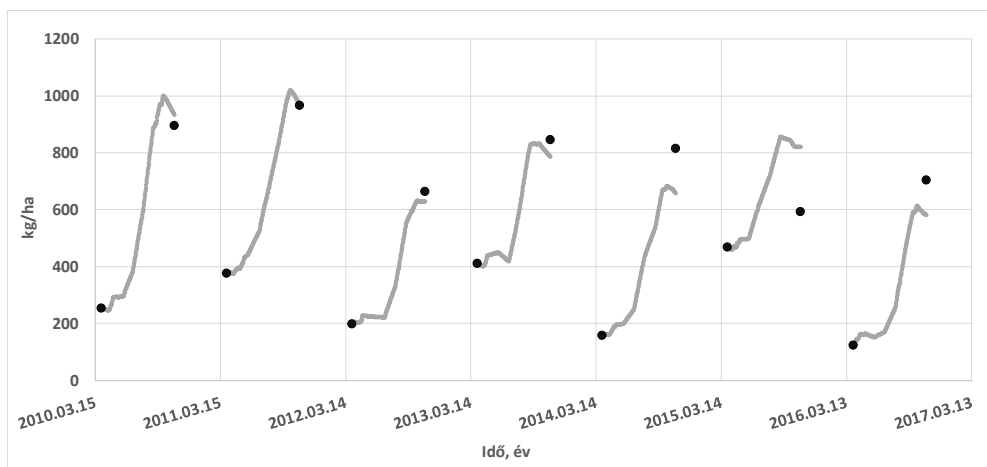
3.2. A tógazdasági folyamatmodell eredményei és azok értékelése

A tógazdasági folyamatmodell validálását a SzegedFish Kft. III-as számú, 139 ha területű tavára vonatkozó tónapló adatai alapján végeztük. A 3. ábra mutatja a párolgási modell alapján számított vízszintnek és a tónapló által rögzített vízszintnek az alakulását a 2006 és 2016 közötti időszakban. Az ábrán látható, hogy a modell az évek többsége során megfelelő egyezést adott a tényszerű adatokkal. A mért és a tényadatok eltérése a belvizes, csapadékos időszakokra jellemző, amikor laterális irányú beszivárgás is jelentkezhet a talajvízszint emelkedése miatt.



3. ábra A szegedi III.-as tó vízszintjének alakulása a tónaplóban rögzített mérések (fekete pontok), illetve a modell által kalkulált mérések (szürke vonal) szerint a 2006 és 2016 közötti szezonok során

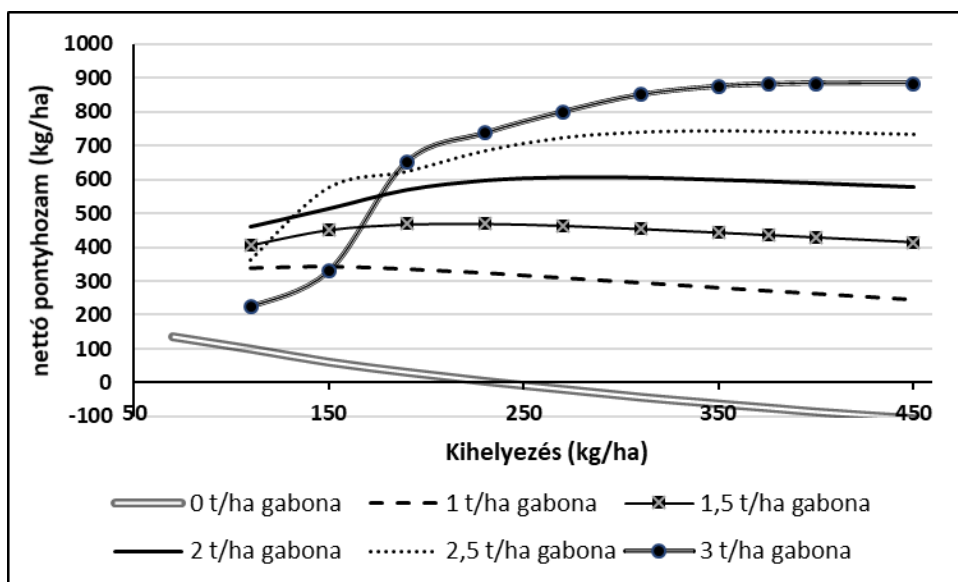
A hozamokra vonatkozó adatok és a modell kalkulációk összehasonlításából (4. ábra) látható, hogy a vizsgált 7-ből 4 szezon esetén rendkívül jó egyezés mutatható ki. A legnagyobb eltérés a 2015-ös évben tapasztalható, de ebben a szezonban a ponty tényleges tömeggyarapodási hányadosa mindössze 1,27-szeres volt. Ez arra enged következtetni, hogy ebben az évben betegség vagy rendkívüli madárkár hátráltatta a gazdálkodás sikerességét. Ezek a tényezők kívül esnek a modell keretein, így a modelltől nem is várható el, hogy egy ilyen évben pontos becslést adjon.



4. ábra A szegedi III.-as tóban a kihelyezett és lehalászott ponty mennyisége (fekete pontok), illetve a modell által kalkulált ponty állomány (szürke vonal)

A modell segítségével generált számos kvantitatív eredmény közül itt a hektáronkénti **nettó pontyhozamra vonatkozó szimulációkat** szeretném bemutatni, ezek ugyanis jól láthatóan demonstrálják azt, hogy a modell alkalmas-e az ökológiai rendszerek alapvető törvényszerűségeinek leképezésére. A halastavak ugyanis felfoghatók úgy, mint mesterségesen fenntartott, input-bevitellel szabályozott ökológiai rendszerek. Az ilyen rendszerekben egy adott táplálék-szint mellett van egy maximális tömeggyarapodást biztosító népesítési (kihelyezési) sűrűség, amitől mindkét irányban eltérve alacsonyabb nettó hozamra lehet számítani. Amennyiben az elérhető táplálékkészlethez képest a tavak irracionálisan „túl vannak népesítve”, akkor negatív is lehet az állományváltozás egy szezon alatt, hiszen az elérhető táplálékra alapozott felépítő élettani mechanizmus (anabolizmus) nem tudja fedezni az energia termelő (katabolikus) folyamatok okozta tömegvesztést. Ez a kapcsolat, amely a kihelyezett állomány és a növekedés közötti van, szorosan kötődik a tó eltartó-képességének (*carrying capacity*) fogalmához. Minél nagyobb az elérhető táplálékkészlet (beviteltakarmány), annál nagyobb a maximális tömeggyarapodást biztosító népesítési sűrűség. Ebből következően a modell akkor írja le jól a tógazdálkodás során lejátszódó ökológiai folyamatokat, ha az output adatokból kirajzolható görbék

tükrözik az imént bemutatott törvényszerűségeket. Az 5. ábra alapján látható, hogy a modell teljesíti a fent leírt követelményeket, így kijelenthető, hogy képes a valóság lényeges elemeit megragadni és leképzeni. Jól mutatja az ábra, hogy minden egyes magasabb takarmányozási szintet megjelenítő függvény nagyobb és nagyobb hozamokat eredményez, és ez a maximum pont egyre inkább jobbra tolódik.

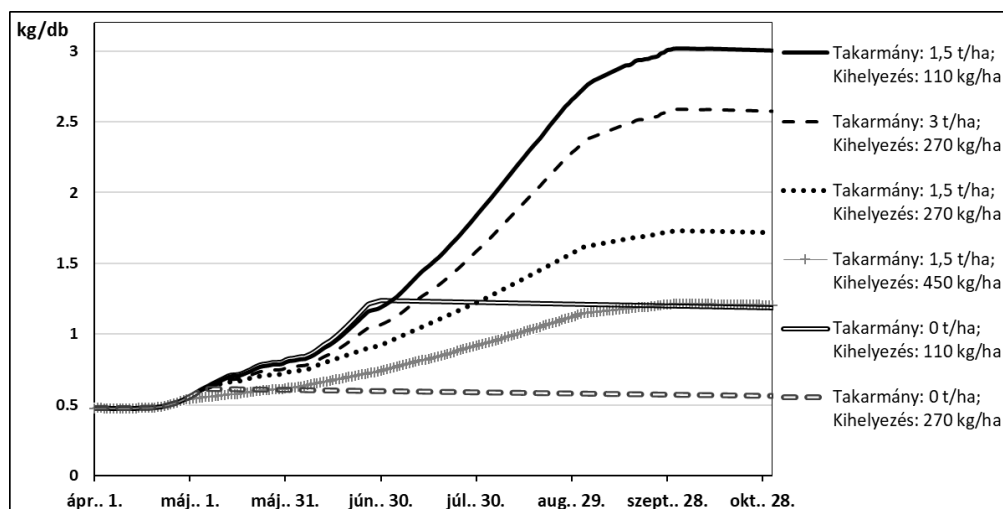


5. ábra A folyamatmodell alapján szimulált nettó pontyhozam a kihelyezési sűrűség függvényében, különböző takarmányozási scenáriók mellett.

A 6. ábra mutatja a modellszimulációk eredményeit az egyednövekedésre vonatkozóan. A diagram jól szemlélteti a szimuláció racionális eredményét. A legtöbb görbének a júliusi időszakban van az inflexiós pontja, azaz ettől az időszaktól lassul – egyes esetekben megáll – a növekedés. Ez annyiban összevág a tapasztalattal, hogy ez az az időszak, amikor kimerül a tavak zooplankton állománya. Augusztustól már elsősorban a bevitt takarmány járul hozzá a növekedéshez.

Az elmúlt 10-15 évben Magyarországon a fogyasztói preferenciák eltolódtak a nagyobb méretű pontyok felé. A termelőknek célszerű olyan kihelyezési és takarmányozási stratégiát választani, ami várhatóan 2 kg/db feletti átlagos

egyedsúlyokhoz vezet, hiszen ezáltal az állomány nagyobb része felel meg a fogyasztói preferenciáknak. A 4. Táblázatban ezek a technológiai kombinációk szürke háttérrel vannak feltüntetve.



6. ábra A folyamatmodell alapján szimulált ponty egyednövekedés egy átlagos szezon folyamán, különböző takarmányozási és kihelyezési stratégiák mellett. A kihelyezett kétnyaras pontyok átlagtömege 475 gramm.

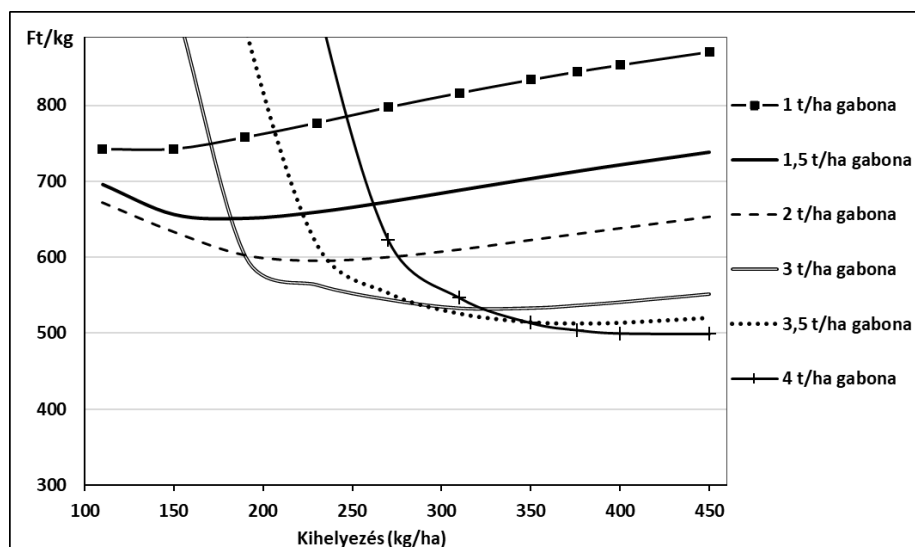
4. Táblázat A folyamatmodell alapján szimulált lehalászási átlagsúlyok (kg/db) 475 grammos induló testtömeget feltételezve

		Takarmányozási intenzitás (kg/ha)							
		0	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
Kihelyezési sűrűség (kg/ha)	70	1.31							
	110	1.01	2.54	2.91	3.26	2.69	1.95	1.56	1.22
	150	0.81	2.05	2.50	2.75	3.04	2.04	1.51	1.17
	190	0.70	1.72	2.16	2.49	2.66	2.78	1.89	1.24
	230	0.64	1.50	1.90	2.24	2.48	2.62	2.49	1.65
	270	0.59	1.34	1.70	2.02	2.30	2.47	2.53	2.31
	310	0.56	1.22	1.54	1.84	2.11	2.33	2.46	2.45
	350	0.54	1.13	1.42	1.69	1.95	2.18	2.35	2.45
	400	0.52	1.04	1.29	1.54	1.78	2.00	2.20	2.34
	450	0.51	0.97	1.20	1.43	1.64	1.85	2.04	2.21

Megjegyzés: A piac által elvárt egyedsúlyt (> 2kg/db) adó opciók szürke háttérrel jelölve

Az 1 kg pontytermelésre eső munkaerőköltségek kalkulációja azt mutatja, hogy az extenzív technológiát alkalmazó üzemek akár 150 Ft-os hátrányban van az élőmunkára eső önköltség tekintetében a magasabb kihelyezési és

takarmányozási intenzitással dolgozó üzemekkel szemben. Az extenzív gazdaságokat sújtja legjobban az, hogy a bruttó keresetek a mezőgazdasági szektorban egyre gyorsuló (évi 12 % feletti) ütemben nőnek. A 7. ábra mutatja a teljes **önköltségre vonatkozó kalkulációkat**. Ennek értelmezésekor mindenképpen figyelembe kell venni, hogy csak a termelés és lehalászás folyamán felmerült közvetlen költségekkel kalkulál a modell, a „poszt-harvest” lánchoz (raktározás, szállítás, feldolgozás, értékesítés) tartozó költségek, illetve az általános költségek itt nem jelentkeznek. A minimális önköltséget nyújtó technológia a szimulált tartomány szélén van, a tőkeköltség nélküli esetben a 4 t/ha takarmányozással és 400 kg/ha-os tenyész-anyag kihelyezéssel, míg a tőkeköltségekkel számolt önköltség esetében a 4 t/ha takarmányozással és 450 kg/ha kihelyezéssel jellemezhető input-gazdálkodás biztosítja a legkisebb önköltséget.

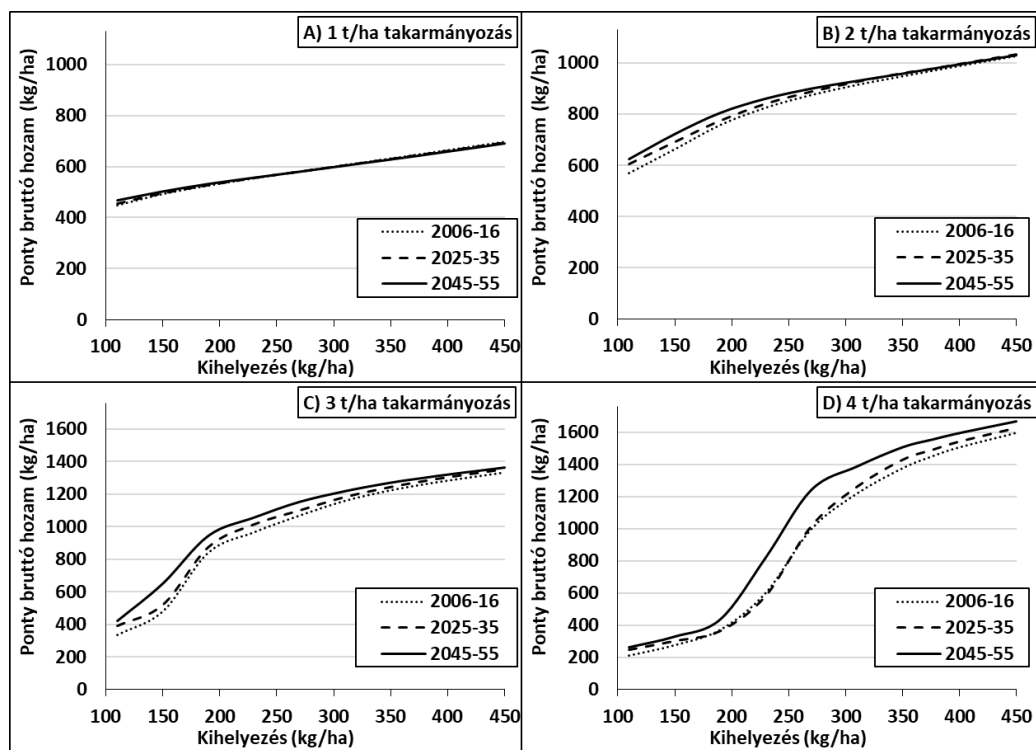


7. ábra A folyamatmodell szimulációi alapján kalkulált önköltség tőkeköltségeket is beleszámítva, a kihelyezési sűrűség függvényében, különböző takarmányozási scénáriók mellett.

Ahogy a teljes agráriumra, úgy a tógazdálkodásra is hatással lehet a **klímaváltozás**, ami különösen hangsúlyos a termelés extenzív, időjárásnak kitett jellege és a vízi erőforrásokkal való szoros kapcsolat miatt. A

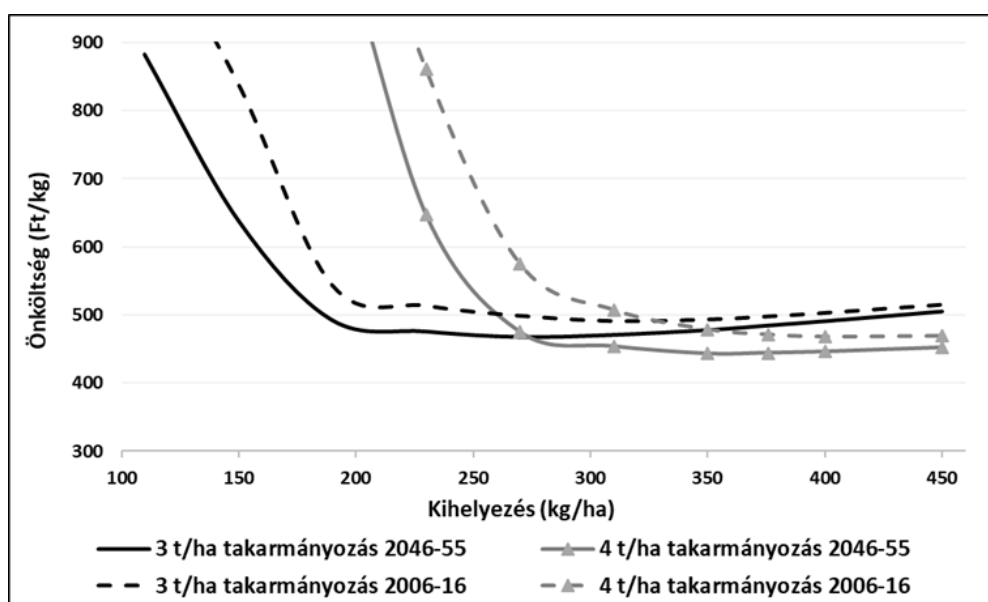
tógazdasági modell szimulációi alapján a halastavak évi párolgása rövidtávon (2025-35) nem fog jelentősen nőni, hosszú távon (2045-55) pedig mintegy 10 cm-el fog emelkedni. Ezzel szemben a párolgási és csapadék prognózisok eredőjeként kalkulált halastavi vízszükséglet nem egyenletesen nő. A nyári halastavi vízigények esetében rövidtávon 1000-1400 m³/ha, hosszabb távon 500-700 m³/ha növekményt mutat a modell.

A hidrológiai folyamatokon túl a klímaváltozás hatással van a hozamokra is a metabolikus folyamatokon, illetve az oldott oxigén szinten keresztül. A fő termelt fajt, a pontyot tekintve is megváltozik mind az étvágy (anabolizmus), mind a számára elérhető táplálék-készlet. A 8. ábra mutatja a bruttó pontyhozamok kalkulált értékét a jelenlegi klimatikus feltételek mellett (tényleges meteorológiai adatok alapján), valamint éghajlatváltozással számolva (a NORESM klímamodell RCP4.5 scenáriója alapján).



8. ábra A folyamatmodell hozamokra vonatkozó szimulációi különböző időhorizonton, a kihelyezési sűrűség függvényében, különböző takarmányozási scenáriók (A-D alábrák) mellett.

A felmelegedő klíma egy átlagos évet tekintve pozitív hatással van a hozamokra, elsősorban a ponty, illetve annak táplálékszervezetei felgyorsult anabolizmusán keresztül. Az alacsonyabb kihelyezést alkalmazó technológiák esetében erőteljesebben érvényesül a klímaváltozásnak ez a pozitív hatása, hiszen ilyen körülmények között a plankton állomány kisebb predációs nyomásnak van kitéve, és intenzívebb a táplálékforrásul szolgáló plankton képződése. Ugyanakkor az intenzívebb gabona etetési technológiák esetében nagyobb mértékű a hozamváltozás. Ennek az a magyarázata, hogy a gyorsuló anabolizmus miatt a pontynak nagyobb étvágya van, gyorsabban tud nőni, és több takarmányt és természetes táplálékot tud felvenni.



9. ábra A folyamatmodell szimulációi alapján kalkulált önköltség két időhorizonton, a kihelyezési sűrűség függvényében, különböző takarmányozási scenáriók mellett.

Az éghajlatváltozás halastavi hozamokra gyakorolt hatásának természetesen üzemgazdasági következményei is vannak. Amennyiben az egyes inputok árának csak az abszolút értéke változik, de egymáshoz viszonyított értéke nem – vagyis az infláció azonos mértékű az egyes költségek tekintetében –, akkor 9. ábrán szereplő számítások helytállóak az éghajlatváltozás hatásainak

demonstrálására. A szimulációk alapján a legalacsonyabb önköltséget eredményező kihelyezés az extenzívebb tartományba kerül minden egyes takarmányozási szcenárió mellett (vagyis a görbék minimum pontja balra toódik), mivel az alacsonyabb tenyész-anyag kihelyezést alkalmazó technológiáknál a hozamnövekedés nagyobb mértékű.

A klímaváltozásnak számos negatív következménye is lehet, ilyen például a termelésbiztonságra gyakorolt negatív hatás. Ennek egy indikátoraként lehet értelmezni az olyan esetek gyakoriságát, amikor az oldott oxigénszint a termelt fajok számára szuboptimális tartományba kerül. A modellszimulációk alapján a klímaváltozás a közepesnél nagyobb intenzitású technológiák esetében veszélyezteti a termelésbiztonságot a szuboptimális oldott oxigénszintek gyakoriságának növekedése miatt, elsősorban hosszú távon. Mindezek után is marad azonban számos olyan negatív hatása a klímaváltozásnak, ami kívül esik a vizsgált folyamatmodell értelmezési tartományán, sőt egy részük a megfelelő adatok és ismeretek hiányában más módszerekkel is nehezen kezelhető. Ilyenek például az új invazív halfajok térhódítása, eddig ismeretlen kórokozók megjelenése, a termelési infrastruktúra intenzívebb amortizációja a viharok és árvizek gyakoriságának növekedése miatt, a feltöltő víz rosszabb minősége a vízgyűjtőkön a tápanyagok intenzívebb bemosódása és az erősebb párolgás miatt, stb.

4. Következtetések és javaslatok

Az ökonometria elemzés elsősorban a mérethozadék mértékének vizsgálatára irányult. A CD-1 modellben az inputváltozókhoz tartozó koefficiensek összege 1 alatt van (0,97 mind az OLS, mind a medián regressziós eljárással parametrizált modell esetén), ami számszerűleg alátámasztja, hogy a hazai tógazdasági ágazatban a technológia jellegénél fogva nem érvényesül mérethozadék. (A kvantilis regressziós eljárással az egyes decilisekre becsült modell koefficiens összegei is csak az alsó két decilis, vagyis a legkisebb méretű farmok esetében haladják meg az egyet.) A mérethozadék egyik hajtóereje az lenne, ha termelés erősen automatizált lenne, de a hazai tógazdálkodásra nem jellemző az etetési és tókezelési folyamatok gépesítettsége, így hiányzik az erős mérethozadék feltétele a pontytermelő üzemek jelentős részében. A termelés magas élőmunka igénye is gátolja azt, hogy a nagyobb üzemek nagyobb hatékonysággal tudjanak működni, hiszen így a termelési folyamat túlságosan egyedi, nem szabványosítható: egyfelől az emberi mulasztás okozta veszteségnek nagy a jelentősége, másfelől az eredményesség a telepvezető és szakmunkásai tapasztalatán, jó meglátásain múlik. A tógazdasági termelés ráadásul nem függetleníthető az időben változó külső környezeti tényezőktől (pl. időjárás, vízminőség), gátolva a termelés programozhatóságát és a kapacitások optimális tervezhetőségét, ami szintén feltétele lenne a nagyobb volumenű befektetések gazdasági racionalitásának.

Más szóval, egy átlagos farm a méret növelésével nem tudja csökkenteni a fajlagos termelési költségét. Így a jelenlegi technológia nem indokolja a farm koncentrációt és az átlagos gazdaság méretének a növelését, hiszen a termelés jellege ehhez túlságosan egyedi mind az egyes tavak, mind a szakértelem tekintetében. A legtöbb hatékonysági mutatóban (hozamok, tömeggyarapodási hányados, munkatermelékenység) a legnagyobb, 500 hektár feletti üzemek rosszabban teljesítenek, mint az ennél kisebb gazdaságok. Emiatt az olyan

jellegű szakpolitikai beavatkozások, amelyek a nagyobb gazdaságokat preferálják vagy koncentrációra ösztönöznek, nem indokoltak.

A méretgazdaságosság hiánya miatt olyan jelentős termelékenység növekedésre, mint amilyen a ketreces haltenyésztésben megfigyelhető volt, nem lehet számítani a tógazdasági akvakultúrában. Ahhoz ugyanis nagyvállalati háttér kellett, az ehhez szükséges tőkebefektetést pedig a ketreces haltenyésztés standardizálható (szabványosítható) jellege adta. Ettől függetlenül a hazai tógazdasági termelés még sok száz évig élhet, de a termelés gazdasági fenntarthatóságát a gazdálkodás környezeti szolgáltatásainak kompenzálásával, a helyi, egyedi igények felismerésével és kiszolgálásával kell elsősorban biztosítani. A technológiai modernizáció jelentőségét nem kívánom ezzel kicsinyíteni, mindössze arra szeretném felhívni a figyelmet, hogy más szektorokkal ellentétben, kívülről jött befektető csoportok aligha tudnak több tíz milliárd forint árbevételt elérő pontytermelő üzemeket sikeresen létrehozni és fenntartani, hiszen ehhez nincs meg a szükséges szabványosítható technológia.

Az ökonometriai modell azonban a részletes biológiai folyamatok és a környezeti hatások vizsgálatára nem ad lehetőséget. A tógazdasági technológiai folyamatok komplexitása miatt egy dinamikus folyamatmodellt hoztam létre, amelyben mind a termelői beavatkozások (takarmányozás, tenyészanyag kihelyezés, trágyázás, vízgazdálkodás), mind a klimatikus tényezők bemeneti tényezőkként szerepelnek. A modell így alkalmas különféle technológiai megoldások termelési és gazdasági eredményeinek szimulációjára. A tógazdasági termelés olyan mértékig beágyazott a vízi ökoszisztémába, hogy az egyes inputok (takarmány, tenyészanyag, szerves trágya stb.) hatásmechanizmusa nehezen azonosítható. A táplálékhálózat egyes komponensei közötti interakciókat leíró modellek nélkül a különböző tenyészanyag kihelyezési és takarmányozási kombinációkhoz tartozó várható

hozamok, egyednövekedési mutatók csak múltbéli tapasztalatokra alapozva határozhatók meg. A folyamatmodellel készített szimulációk komoly segítséget nyújthatnak a népesítési és takarmányozási technológia tervezésében. A bemutatott modellfutások ugyan csak 475 grammos induló egyedsúllyal kalkulálnak, azonban alternatív kihelyezéskori egyedsúlyok feltételezése mellett is készíthetők szimulációk, kis ráfordítással.

A tógazdasági folyamatmodell szimulációjára alapozva meghatározható a különböző termelési technológiákhoz tartozó önköltség és gazdasági eredmény is, amennyiben empirikus adatokra támaszkodva feltevésekkel élünk a gazdálkodás során felhasznált, de a modell által nem kezelt inputok (munkaerő, állótőke stb.) mennyiségére, valamint a termék és az inputok piaci áraira vonatkozóan. Mivel ezek az adatok minden gazdaságban és régióban egyediek, valamint változnak az egyes évek között is, a termelők számára még nagyobb segítséget nyújthat a modell, ha az ő egyedi piaci áraiknak, valamint munkaerő és állótőke adottságaiknak megfelelően kalkulálhatók a gazdasági mutatók. Az információk ilyen egyedi bevitelére alkalmas eszköz lehet egy olyan döntéstámogató szoftver, amelynek a felhasználói felületén megadhatók a szóban forgó adatok. A disszertációban bemutatott folyamatmodell szimulációira alapozva a CLIMEFISH projekt keretében készül egy ilyen szoftver, amely kalkulálja a pontytermelés önköltségét és a hektáronkénti eredményét úgy, hogy a felhasználó beállíthatja a kihelyezett tenyészanyag vételi és a lehalászott halak eladási árát, a felhasznált gabona beszerzési árát, a farmra jellemző vízszolgáltatási díjat, a foglalkoztatottak számát, az egy foglalkoztatottra eső havi személyi költséget, valamint a területarányos egyéb költségeket és bevételeket. A szoftvernek egyelőre a prototípusa van kész, ez egy termelői fórumon és a Halászat c. szaklapban is be lett mutatva a nyilvánosságnak.

Disszertációmban az egységárakra, valamint az előmunka felhasználásra a szakirodalomból és ágazati statisztikai jelentésekből vett (többnyire ágazati szinten átlagolt) értékeket használtam, és ezzel végeztem az ökonómiai kalkulációkat. A kapott eredmények arra engednek következtetni, hogy a termelés intenzitása általánosan elmarad attól a szinttől, amellyel az önköltséget minimálni lehetne. A piaci trendek azt mutatják, hogy az állandó költségek a jövőben (hasonlóan az elmúlt 3-5 évhez) magasabb ütemben fognak emelkedni, mint a forgóeszközök (takarmány, tenyészanyag) költségei. Ez a folyamat még inkább az intenzívebb kihelyezések és takarmányozási technológia irányába ösztönzi a termelőket. Amennyiben a területalapú támogatások összege a következő EU programozási időszakban megemelkedne, akkor indokolt lenne az extenzívebb technológiák fenntartása.

A szimulációs modell alkalmazásával számos további probléma, jelenség vizsgálható. Megfelelő adatok rendelkezésre állása esetén, és a modell továbbfejlesztésével tesztelhető a különböző minőségű takarmányoknak a növekedésre gyakorolt hatása. Megfelelő, kvantitatív jellegű állategészségügyi ismeretek esetén, a takarmányozás, a népesítés, a vízminőség és az elhullás közötti függvényszerű kapcsolatokra alapozva a modell további részletek figyelembevételével további feladatok megoldására is kibővíthető.

A modell további fejlesztéséhez szükség van a zooplankton és fitoplankton összes biomasszájának mennyiségére vonatkozó ismeretek bővítésére. Ehhez kapcsolódóan javaslatként fogalmazható meg az erre vonatkozó mérési eredmények bővítése és elérhetővé tétele. Jelenleg a plankton mérések elsősorban az egyes egyedi fajok előfordulására és azonosítására fókuszálnak, holott a halastavi modellben sokkal hasznosabb lenne a fontosabb plankton csoportok biomassza tömegére vonatkozó ismeret.

5. Új kutatási eredmények

1. Megmutattam, hogy egy – 44 hazai tógazdaság adatai alapján parametrizált – Cobb-Douglas típusú termelési függvényben az inputváltozókhoz tartozó koefficiensek összege 1 alatt van (OLS módszer használata esetén). Ennek alapján megállapítottam, hogy a hazai tógazdálkodásban általánosan nem érvényesül a mérethozadék, vagyis az üzemméret növelésével nem lehet csökkenteni a fajlagos termelési költséget.
2. A Közvetlen Számítógépi Leképzésen alapuló Programozható Struktúrák módszerét és a módszer akvakultúras alkalmazásának tapasztalatait felhasználva, a kutatócsoport munkatársaival együttműködve kialakítottam egy, a tógazdasági termelést szimuláló komplex folyamatmodellt. A folyamatmodell figyelembe veszi a természetes ökoszisztéma és a telepített halak által alkotott táplálékláncot, a tenyészanyag kihelyezés technológiai műveleteit, valamint a tenyészidőszak alatt és tenyészidőszakok során változó meteorológiai viszonyokat. A modell újdonsága, hogy több termelés technológiai (takarmányozási, tenyészanyag kihelyezési és trágyázási) opció mellett, valamint különböző meteorológiai körülmények között biztosítja a komplex folyamatok szimulációját. A tógazdasági folyamatmodellt validáltam a szeged-fehértói halastavak tónaplóiban szereplő adatok alapján a 2006 és 2016 közötti időszakot tekintve. A modell által számított, valamint a tónapló által rögzített tényleges adatok jó egyezést mutattak.
3. A validált folyamatmodell alapján szimulációkat készítettem a halastavi hozamokra és ponty növekedésre 8 különböző takarmányozási és 10 különböző tenyészanyag kihelyezési intenzitást alkalmazó termelési technológia mellett. Ezekre a szimulációs számításokra alapozva (a jelenlegi piaci árakat mellett) meghatároztam a minimális fajlagos termelési költséget, valamint a maximális hektáronkénti pénzügyi eredményt nyújtó input

kombinációkat. Kimutattam, hogy a jelenlegi inputárok mellett az intenzívebb technológiák alkalmazásával lehet a legjobb eredményeket elérni.

4. A folyamatmodell alapján, a NORESM klímamodell RCP 4.5 szcenáriójának prognózist felhasználva, többféle termelés technológiai opció mellett végzett szimulációkkal tanulmányoztam a halastavi hozamok jövőbeli alakulását a várható éghajlat változási hatásokat figyelembe véve. Számszerűsítettem a klímaváltozásnak a termelési önköltségre gyakorolt hatásait. Megállapítottam, hogy (feltételezve az inputok egymáshoz viszonyított költségének változatlan arányát) az alacsonyabb tenyészanyag kihelyezéssel, ugyanakkor a magasabb takarmányozási intenzitással jellemezhető technológiai megoldások mellett a klímaváltozás költségcsökkentő hatása tapasztalható.

6. Az értekezés témaköréből megjelent közlemények

Tudományos folyóiratban megjelent közlemény

Gyalog, G., Oláh, J., Békefi, E., Lukácsik, M. and Popp, J. 2017. Constraining Factors in Hungarian Carp Farming: An Econometric Perspective. *Sustainability*, 9(11), 2111; doi:10.3390/su9112111

Gyalog, G., Varga, M., Kucska, B. and Csukás, B. 2017. Testing of a dynamic simulation model for Recirculating Aquaculture System to support managerial decisions. *Regional and Business Studies*, 9(1): 33-42.

Gyalog, G., Váradi, L. and Gál, D. 2011. Is intensification a viable way for pond culture in Central and Eastern Europe? *AACL Bioflux*, 4(5): 584-589.

Konferencia kiadványban teljes terjedelemben megjelent közlemények

Gyalog G., Varga M., Berzi-Nagy L., Halasi-Kovács B. és Csukás B. 2017. A klímaváltozás halastavak vízháztartására gyakorolt hatásai In: Bodnár K. és Privóczki Z. (szerk.): Tudomány a vidék szolgálatában c. tudományos konferencia előadásainak kötete. Csongrád 2017.11.17. Csongrád: Agro-Assistance Kft., 2017. pp. 72-78.

Gyalog, G., and Váradi, L. 2011. Economic and social importance of aquaculture in Europe. Aquaculture in Central and Eastern Europe - Workshop on the Role of Aquaculture in Rural Development, Chisinau, Moldavia, October 17-19, 2011, Kishinev: Pontos, 2011, p. 59-63

Gyalog G., Gál D. és Váradi L. 2012. Fenntarthatósági kérdések az intenzív akvakultúrában In: Jakabné Sándor Zs., Bozzánné Békefi E., Jancsóné Kosáros T., Bíró J. és Jancsó M. (szerk.): Halászatfejlesztés - Fisheries & Aquaculture Development Vol. 34. pp. 121-128.

Könyv, könyvrészlet

Gyalog G., Varga M., Berzi-Nagy L., Halasi-Kovács B. és Csukás B. 2018. A klímaváltozás halastavak vízháztartására gyakorolt hatásai. In. Somogyi, N; Radó, G; Gyuricza, Cs. (szerk.) Változások kora 2. Gödöllő, Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ. pp. 57-64.

Gyalog G. 2015. Ökonómia. In. Csorbai, B; Péteri, A. és Urbányi B. (szerk.) Intenzív haltenyésztés. Gödöllő, Szent István Egyetem. pp. 115-119.

Gyalog G. 2015. Economic rationale behind intensification. In. Kumar S., Kumar Singh M. (eds.): Innovative outdoor fish farming technologies and technical solutions - applicable to low-investment farming opportunities. AQUARED POT project Deliverable 5.4. NARIC-HAKI, Szarvas.

Váradi, L.; Lane, A.; Harache, Y.; Gyalog, G.; Békefi, E.; Lengyel, P. 2012. Regional Review on Status and Trends in Aquaculture Development in Europe, 2010; FAO, Rome, Italy.

Bojtárné L. M., Gyalog G., Szűcs I., Váradi L. 2011. A hazai akvakultúra ágazat jellemzői *In*: Bíró Sz., Kapronczai I., Szűcs I., Váradi L (szerk.): Vízhasználat és öntözésfejlesztés a magyar mezőgazdaságban. Agrárgazdasági Könyvek, Budapest, AKI. pp.89-100.

Szakmai folyóiratban megjelent nem tudományos cikkek

Gyalog, G., és Bojtárné Lukácsik M. 2017. A farmméret és a termelékenység kapcsolata az akvakultúrában. *Halászat* 110: (4) 25-26

Toussaint, M., Gyalog, G., Hough, C. and Ytteborg, E. 2018. Climefish- Effects of climate change upon aquaculture. *International Aquafeed Magazine*, October 2018, pp. 18-20.

Szóbeli előadások tudományos és szakmai konferencián

Gyalog, G., Varga, M., Berzi-Nagy, L., Kerepeczki, É. and Csukás, B. Impact of climate change on the economics of carp farming. Adaptation of inland fisheries and aquaculture to climate change, *EIFAAC International Symposium*. 2017.09.03-06., Stare Jablonki, Poland.

Gyalog G., Varga M., Berzi-Nagy L., Kerepeczki É., Csukás B. A klímaváltozás hatása a halastavak vízháztartására: gazdasági és termeléstechológiai következmények. *XLI. Halászati Tudományos Tanácskozás*, Szarvas, 2017.06.14-15.

Gyalog G., Varga M., Berzi-Nagy L. és Csukás B.: Az éghajlatváltozás hatása a magyar tógazdálkodásra. *VIII. Gödöllői Halászati-Horgászati Szakember Találkozó*. Gödöllő, 2018.02.01

Gyalog, G., Varga, M., Berzi-Nagy, L. and Csukás, B. Impact of climate change on the economics of carp farming. *4th International Carp Conference*, Zágráb, 2017.09.21-22.

Gyalog, G. Constraining Factors in Hungarian Carp Farming: An Econometric Perspective *1st Research Conference*, Kaposvár, 2018.02.22

Gyalog G., Berzi-Nagy L., Csukás B. és Varga M. A kihelyezési és takarmányozási intenzitás hozamra és költségekre gyakorolt hatásának modellezése ponty halastavi termelésénél. *XLII. Halászati Tudományos Tanácskozás*, Szarvas, 2018.06.14-15.